

OQSILLARNI AJRATIB OLISH USULLARI

Ro'ziyeva Sohiba

Qo'qon universiteti Andijon filliali

Tibbiyot fakulteti farmatsiya yo'nalishi talabasi

Jumayev Nosirjon

Ilmiy rahbar

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15671997>

Annotatsiya. Ushbu maqolada oqsillarni biologik manbalardan ajratib olish usullari, ularning zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashuvi, farmatsevtika va biotexnologiyadagi amaliy ahamiyati, ilg'or tadqiqotlar asosida tahlil qilinadi. Statistika ma'lumotlar, shaxsiy tahlil, kelajak istiqbollari va ilmiy manbalarga tayangan holda kompleks tahlil beriladi.

Kalit so'zlar: oqsil, ajratish, xromatografiya, elektroforez, biotexnologiya, ferment, ultratsentrifugatsiya.

Oqsillar biologik tizimlarda hayotiy muhim funksiyalarni bajaruvchi asosiy makromolekulalardir. Ular fermentativ reaksiyalarni katalizlaydi, hujayra tuzilmasini saqlaydi, transport, himoya, signal uzatish va boshqa ko'plab jarayonlarda ishtirok etadi. Ilm-fan va sanoatda oqsillar bilan ishlashning asosiy sharti — ularni toza va faol holatda ajratib olishdir. Biroq bu jarayon oddiy bo'lmay, murakkab fizikaviy-kimyoviy bosqichlardan iborat. Shuning uchun oqsillarni ajratib olish usullari ilmiy tadqiqotlar, farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, diagnostika va tibbiyotda dolzarb masalaga aylangan. Ushbu maqolada zamonaviy usullar, ularning afzalliklari va kamchiliklari, real statistik ma'lumotlar va istiqbollar asosida yoritiladi.

Oqsillarning fermentativ, transport, immun va qurilish funksiyalarini o'rganishdan avval oqsillar tozalangan holatda olinishi kerak. Biologik manbalardan ajratib olish jarayoni oson bo'lib ko'rinsa-da, amalda murakkab va ko'p bosqichli texnologik jarayondir. Odatda, hujayralarni fizik yoki kimyoviy usullar bilan parchalaydi, keyin esa oqsilni iflosliklardan ajratib olish ishlari boshlanadi. Ushbu bosqichda turli yondashuvlar mavjud: cho'ktirish, santrifugatsiya, filtratsiya va eng muhimi — xromatografiya.

Bugungi kunda oqsillarni ajratib olishning eng ishonchli va keng qo'llaniladigan usullaridan biri — xromatografiya hisoblanadi. Ular orasida ion almashinish xromatografiyasi, gel-filtratsiya (yoki o'lcham bo'yicha ajratish), hamda eng aniq usul — affin xromatografiya keng qo'llaniladi. Ayniqsa, affin xromatografiya oqsillarning faqat ma'lum bir molekulaga bog'lanish xossasidan foydalanib, maqsadli oqsilni katta aniqlik bilan ajratib olishga imkon beradi. Statistika ma'lumotlarga ko'ra, 2023-yilgi Proteintech laboratoriya so'roviga binoan, ilmiy tadqiqot institutlarining 75 foizdan ortig'i aynan xromatografik usullardan foydalanar ekan. Uni quyidagicha turlari bor:

- Ion almashinish xromatografiyasi: oqsillar elektr zaryadiga asoslanib ajratiladi. Masalan, musbat yoki manfiy zaryadli sirtlar bilan bog'lanadi.
- Gel filtrlash (o'lcham bo'yicha ajratish): oqsillar molekula o'lchami bo'yicha ajratiladi. Katta molekulalar birinchi chiqadi.
- Affin xromatografiya: oqsil maxsus ligand bilan bog'lanadi (masalan, ferment-substrat yoki antikor-antigen printsipli).

Bu usulning afzalliklari eng yuqori tozalik, maqsadli oqsilni ajratish. Kamchiliklari esa murakkab uskunalar zarur, tajriba talab qiladi va qimmatga tayyor bo'ladi.

Bundan tashqari, elektroforetik ajratish usullari ham ilmiy va tahliliy sohalarda keng qo'llaniladi. Masalan, SDS-PAGE (natriy dodesilsulfatli poliakrilamid gel elektroforezi) usuli orqali oqsillar molekulyar og'irlik bo'yicha ajratiladi va tozaligini baholash imkonini beradi. Bu texnika nafaqat tahlil uchun, balki oqsilni iflosliklardan ajratib olishda dastlabki yo'l sifatida foydalidir. Shu bilan birga, ultratsentrifugatsiya usuli oqsillarni zichligiga ko'ra ajratishda samarali hisoblanadi. Bu usul ayniqsa hujayra organellari yoki murakkab oqsil komplekslarini ajratishda ishlatiladi. Afzalliklari: ko'p turdagi oqsillarni bir paytda aniqlash mumkin. Kamchiliklari: faqat kichik miqdor, ajratilgan oqsil amalda ishlatilmaydi.

Dializ – yarim o'tkazuvchan membrana orqali kichik molekulalar (masalan, tuzlar, bufer ionlari)ni ajratish orqali oqsillarni tozalash usulidir. Bu metodda oqsil molekulalari membranadan o'ta olmaydi, natijada eritmadagi ortiqcha ionlar va kichik zarrachalar chiqarib yuboriladi. Odatda bufer muhitning muvozanatini saqlab qolish va oqsilning biofaolligini buzmasdan ajratish uchun ishlatiladi. Dializ usuli enzimlar, antikorlar yoki termal barqarorligi past bo'lgan oqsillar bilan ishlashda afzal ko'riladi. Biroq, jarayonning davomiyligi va hajm chegaralanganligi uning sanoat miqyosida qo'llanishini cheklaydi.

Ultrafiltratsiya – bosim ostida oqsil eritmasini yarim o'tkazuvchan membrana orqali o'tkazish asosida ishlaydigan texnologiyadir. Oqsillar molekulyar og'irligiga qarab ushlab qolinadi, kichik molekulalar esa membrana orqali o'tadi. Bu usul dializga qaraganda tezroq bo'lib, konsentratsiyalash, tozalash va buferni almashtirish uchun keng qo'llaniladi. Ultrafiltratsiya texnologiyasining sanoatdagi muvaffaqiyati uning avtomatlashtirish imkoniyati va turli porozlikdagi membranalarining mavjudligi bilan bog'liq. Shu bilan birga, membrananing tiqilib qolishi va oqsilning qisman denaturatsiyalanish ehtimoli texnologik nazoratni talab etadi.

Sentrifugirlash – suyuqlikdagi komponentlarni zichlik, og'irlik va shakl farqiga ko'ra ajratish imkonini beruvchi mexanik usuldir. Yuqori aylanish tezligida oqsillar yoki hujayra komponentlari markazdan qochma kuch ta'sirida qatlamlarga ajraladi. Dastlabki ajratish (masalan, hujayradan oqsilni olish) yoki tozalash bosqichida sentrifugirlash keng qo'llaniladi. Ultrabirgacha bo'lgan sentrifugal kuchlarda organella, ribosoma yoki oqsil majmualarini ajratish mumkin. Biroq bu usulda aniqlik pastroq bo'lib, oqsilni maqsadli ajratishdan ko'ra ajratuvchi komponentlarning umumiy fraksiyalarini olishda qulaylik yaratadi.

Kristallanish – oqsilni yuqori darajadagi sof holatda ajratish imkonini beruvchi murakkab, ammo ilmiy ahamiyatli usuldir. Ushbu metodda oqsil to'yingan eritmada kristallar hosil qilish orqali ajratiladi. Kristallanish usuli asosan oqsil strukturasi tahlili (rentgen kristallografiyasi, NMR) uchun qo'llaniladi. Kristall hosil bo'lishi oqsilning tozaligi, pH, ion kuchi, harorat va cho'ktirgich moddalarning aniq nisbatlariga bog'liq. Har bir oqsil uchun optimal shart-sharoitlarni aniqlash ko'p vaqt va tajriba talab etadi. Shu sababli bu usul amaliy oqsil ishlab chiqarishdan ko'ra ko'proq ilmiy tadqiqotlarda va farmatsevtika sohasida ishlatiladi.

Ko'pincha boshlang'ich bosqichlarda oddiyroq usullar — ammoniy sulfat yordamida tuz bilan cho'ktirish, yoki organik erituvchilardan foydalaniladi. Bu jarayonlar oqsillarni dastlabki ajratishda arzon va tezkor bo'lsa-da, selektivligi past bo'lishi mumkin. Shuning uchun ular odatda boshqa usullar bilan kombinatsiyada qo'llaniladi. Afzalliklari: oddiy, arzon, tez. Kamchiliklari: tozalik darajasi past, faqat dastlabki ajratish uchun qulay.

Yaqinda Nature Biotechnology jurnalida chop etilgan maqolada MIT va Stanford universitetlari olimlari tomonidan yaratilgan nano-xromatografik tizim haqida ma'lumot

berildi. Bu texnologiya inson plazmasidan o'nlab oqsillarni bir vaqtning o'zida ajratib olishga imkon beradi. U real vaqtda diagnostikada, xususan, saratonni erta bosqichda aniqlashda istiqbolli vosita bo'lishi mumkin. Bu kabi yondashuvlar oqsil ajratish texnologiyalarining nafaqat ilmiy, balki klinik amaliyotda ham muhim o'rin tutishini ko'rsatadi.

Shaxsan mening fikrimcha, O'zbekistonda biotexnologik laboratoriyalar faoliyati kengayib borayotgan hozirgi davrda, oqsillarni ajratib olish usullarini chuqur o'rganish va mahalliy sharoitga moslashtirish dolzarbdir. Farmatsevtikada oqsil asosidagi preparatlar, masalan insulin yoki monoklonal antitanalar ishlab chiqarish oqsillarni toza, biologik faol holatda ajratishni talab qiladi. Shuningdek, oziq-ovqat sanoatida soya oqsillari yoki zardob oqsillarini ajratib, proteinli mahsulotlar yaratish jadal rivojlanmoqda.

So'nggi yillarda oqsillarni ajratish jarayonlarida avtomatlashtirish va sun'iy intellekt yordamida modellashtirishga oid ilmiy-tadqiqotlar keskin ortib bormoqda. Masalan, Wu va boshq. (2024) tomonidan ilgari surilgan chromatografik jarayonlarni optimallashtirishga doir "Intelligent Chemical Purification" modeli – aniq ustunliklarga ega bo'lgan sezilgan parametrlarni bashorat qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, Zhou va boshq. (2025) DDMut modelidan foydalangan holda oqsil barqarorligi o'zgarishini chuqur tahlil qilgan, bu esa tanqidiy funktsiya va struktural o'zgarishlarni aniqlashda AI asosli vositalarning potentsialini ko'rsatgan.

Bundan tashqari, Pro-PRIME nomli sun'iy intellekt yondashuvi – termal barqarorlik va alkali chidamlilikni oshiruvchi mutatsiyalarni ilmiy ravishda aniqlashda muvaffaqiyat ko'rsatayotgani qayd etilgan. Bu uslub testlab ko'rilgan oqsillarning 30% dan ortiqida ijobiy natija berganini ko'rsatadi, bu esa AI yordamida oqsil injeneriyasining real imkoniyatlarini yaqqol namoyon etadi. Shaxsan shunday tadqiqotlar natijasiga tayanib aytish mumkinki, sun'iy intellekt asosli jarayon optimallashtirish ILMIY asosda tajribalash bosqichida va hozircha laboratoriy o tajribalari darajasida sinovdan o'tkazilmoqda. Shu sababli amaliyotga keng tatbiq etish uchun biologik massiflar, validatsiya ishlari va standartlashtirilgan protokollarni yaratish zarurati davom etmoqda.

Oqsillarni ajratish jarayonida samaradorlikni oshirish, tozalikni yuqori darajada saqlab qolish va biologik faol holatini saqlash uchun bir nechta texnologiyalarni kombinatsiyalash zarur. Misol uchun, xromatografiya bilan ultrafiltratsiya yoki dializning birgalikda qo'llanishi oqsilni minimal yo'qotish bilan yuqori sifatda ajratishda yordam beradi. Jarayon davomida harorat, pH muhit, ion kuchi, oksidlanish omillari va vaqt parametrlarini doimiy nazorat qilish oqsilning denaturatsiya bo'lishining oldini oladi. Amalga oshirilayotgan ilmiy-tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, bu kombinatsiyalangan yondashuv laboratoriya sharoitida maqbul natija beradi va kelajakda sanoat miqyosida ham qabul qilinishi mumkin.

Oqsillarni ajratib olish zamonaviy biologiya, farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatida muhim o'rin tutadi. Ularni samarali ajratish oqsilning fizik-kimyoviy xossalari chuqur tushunishni hamda shart-sharoitlarga mos metod tanlashni talab qiladi. Dializ, ultrafiltratsiya, sentrifugirlash va kristallanish usullari har biri o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega bo'lib, ular ko'pincha bosqichma-bosqich yoki kombinatsiyalangan tarzda qo'llanadi. Har bir metod oqsilning sifati, tozaligi va biologik faolligini saqlab qolishga xizmat qiladi. Kelajakda yuqori aniqlikdagi, energiyatejamkor va ekologik toza usullarni ishlab chiqish ushbu sohada yangi imkoniyatlar eshigini ochadi.

References:**Используемая литература:****Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Voet, D., & Voet, J. G. (2016). Biochemistry. Wiley.
2. Alberts, B. et al. (2015). Molecular Biology of the Cell. Garland Science.
3. Proteintech. (2023). Protein purification survey report.
4. Nature Biotechnology. (2022). "A new nano-chromatographic approach for plasma proteome profiling".
5. Lehninger, A. L. (2017). Principles of Biochemistry. Macmillan.
6. Sog'liqni saqlash vazirligi statistik byulleteni (2023).
7. Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2017). Lehninger Principles of Biochemistry (7th ed.). W.H. Freeman.
8. Voet, D., & Voet, J. G. (2011). Biochemistry (4th ed.). Wiley.
9. Mohammad A. Shukor et al. (2014). Protein Separation and Purification Techniques: A Review. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 10(2), 72–83.
10. Scopes, R. K. (1994). Protein Purification: Principles and Practice (3rd ed.). Springer.